



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

DE 41 29 580 A 1

51 Int. Cl. 5:
G 01 S 13/50
G 01 S 13/60
H 01 Q 21/28

21 Aktenzeichen: P 41 29 580.3
22 Anmeldetag: 6. 9. 91
43 Offenlegungstag: 11. 3. 93

DE 41 29 580 A 1

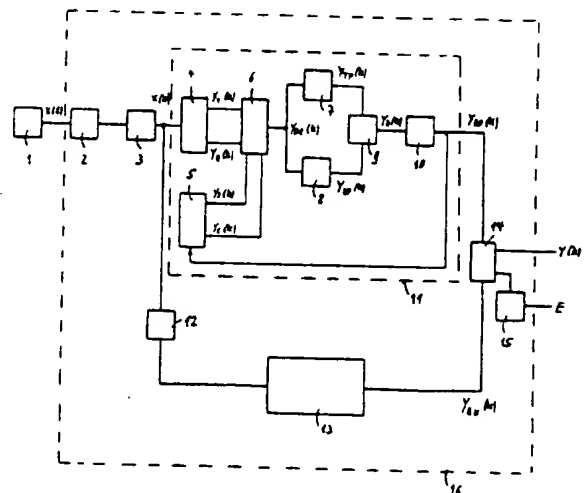
71 Anmelder:
Marganitz, Alfred, Prof. Dr.-Ing., 1000 Berlin, DE

74 Vertreter:
Scholz, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 1000 Berlin

72 Erfinder:
gleich Anmelder

54 Vorrichtung und Verfahren zur berührungslosen Ermittlung der Bewegungsgrößen von Fahrzeugen mittels des Doppler-Effektes

57 Vorrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit und/oder der zurückgelegten Wegstrecke eines Fahrzeuges mittels des Doppler-Effektes. Vorgesehen ist mindestens ein Mikrowellen-Modul, mit einem Sender zur Erzeugung einer Strahlung, mit einer fahrzeugfesten Antennenanordnung, mit der die Strahlung in einem vorbestimmten Neigungswinkel gebündelt auf eine Bezugsfläche abstrahlbar ist. Ein Teil der von der Bezugsfläche reflektierten Strahlung wird von einer Einrichtung empfangen, die ein die Differenzfrequenz zwischen den Frequenzen der abgestrahlten und der reflektierten Strahlung enthaltendes Doppler-Signal bildet und eine dieses Doppler-Signal verarbeitende Signalverarbeitungseinrichtung ansteuert. Die Ausgangsgröße einer Regeleinrichtung (10) stellt die Frequenz eines numerisch gesteuerten Oszillators (5) so ein, daß ein Signal, welches die Summe aus dieser Frequenz und der Differenzfrequenz enthält, bei einem Hochpaßfilter (8) und bei einem Tiefpaßfilter (7), mit getrennten Durchlaßbereichen und teilweise überlappenden Übergangsbereichen, gleiche Effektivwertausgangsspannungen hervorruft. Die Ausgangsgröße der Regeleinrichtung (10) ist dabei ein Maß für die Fahrzeuggeschwindigkeit.



DE 41 29 580 A 1

Die Erfindung betrifft zunächst eine Vorrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit und/oder der zurückgelegten Wegstrecke eines Fahrzeuges mittels des Doppler-Effektes, mit mindestens einem Mikrowellen-Modul, mit einem Sender zur Erzeugung einer Strahlung, mit einer fahrzeugfesten Antennenanordnung mit der die Strahlung in einem vorbestimmten Neigungswinkel gebündelt auf eine Bezugsfläche abstrahlbar ist, einer einen Teil der von der Bezugsfläche reflektierten Strahlung empfangenden Einrichtung, die ein die Differenzfrequenz zwischen den Frequenzen der abgestrahlten und der reflektierten Strahlung enthaltendes Doppler-Signal bildet und einer dieses Doppler-Signal verarbeitenden Signalverarbeitungseinrichtung.

Bei herkömmlichen Geschwindigkeits- und Weg-Meßvorrichtungen, insbesondere bei radangetriebenen Landfahrzeugen, wird überwiegend die Drehzahl bzw. die Umdrehungsanzahl eines mitlaufenden Rades erfaßt und daraus die Meßgrößen Geschwindigkeit bzw. Weg ermittelt. Bei dieser Meßmethode treten jedoch unvermeidbare Störfaktoren wie Radschlupf, unterschiedliche Rad- und/oder Luftreifendurchmesser, Reifenluftdruck und verschiedenen Übersetzungsverhältnisse auf, die die Meßergebnisse verfälschen.

Aus der EP 00 03 603 A2 ist es bekannt, die Geschwindigkeitsmessung berührungslos mittels einer fahrzeugfesten Radaranlage unter Anwendung des sogenannten Doppler-Effektes vorzunehmen. Hierbei werden von einem am Fahrzeug angebrachten Radarmodul kontinuierlich Mikro- oder Ultraschallwellen zur Fahrbahn hin ausgesendet, die von dort reflektierte Schwingung wieder empfangen und mit dem Sendesignal zu einem unteren Seitenband gemischt. Bewegt sich nun das Fahrzeug, so ist die Frequenz des reflektierten Signals aufgrund des Doppler-Effektes gegenüber der Frequenz des Sendesignals verschoben und es entsteht ein schmalbandiges, niederfrequentes, sogenanntes Doppler-Signal mit einem stochastischen Verlauf, dessen Spektrum eine ausgeprägte Doppler-Frequenz (f_d) als Mittenfrequenz zeigt. Diese Doppler-Frequenz ist gemäß der Formel

$$f_d = 2 \cdot \frac{v}{\lambda} \cdot \cos \varphi \quad (1)$$

von der Wellenlänge λ der Sendeschwingung des Radarmoduls, der Fahrzeuggeschwindigkeit v und dem zwischen der Bewegungsrichtung und der Strahlung eingeschlossenen Winkel φ abhängig.

Üblicherweise führt ein Fahrzeug jedoch nicht nur eine lineare Bewegung mit der Geschwindigkeit v aus, sondern auch Kipp- und Nickbewegungen, durch die der Winkel φ eine Änderung erfährt. Diese Änderung führt zu fehlerhaften Auswertungen der Doppler-Frequenz und damit zu Fehlanzeigen der tatsächlichen Geschwindigkeit.

Aus der DE 38 35 510 A1 ist es bekannt, derartige Kippfehler durch eine sogenannte Janus-Antennenanordnung, die aus zwei Radarmodulen besteht, weitgehend zu eliminieren. Hierbei sind die beiden Radarmodule um einen rechten Winkel gegeneinander versetzt angeordnet, wobei ein Radarmodul Signale in Fahrtrichtung und das andere Radarmodul Signale gegen die Fahrtrichtung abstrahlt. Daraus werden zwei Doppler-Signale gewonnen, die die fehlerhaften Einflüsse der Kippbewegungen auf die Doppler-Frequenz durch entsprechende Auswertung kompensieren können.

Diese so gewonnenen Doppler-Signale können durch eine entsprechende Vorrichtung zu einem Weg- und Geschwindigkeitsmeßwert ausgebildet werden. Nachteilig dabei ist jedoch, daß diese Auswerteinrichtung Geschwindigkeitsänderungen, wie sie beispielsweise bei Bremsversuchen mit Fahrzeugen auftreten, nur sehr fehlerhaft anzeigen oder sie gar nicht auflösen können. Außerdem liegt der Meßbeginn erst bei einer Größenordnung von einigen Kilometern/Stunde, während insbesondere bei Schienenfahrzeuge Geschwindigkeits- und Wegmessungen auch bei sehr geringen Geschwindigkeiten, beispielsweise bei Schleichfahrten im Bereich von Langsamfahrstrecken, von großem Interesse sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Meßeinrichtung der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, deren Meßbeginn zu niedrigen Geschwindigkeiten hin erweitert ist, deren Meßbereich auch bei oberen Werten nicht eingeschränkt ist und die eine kurzzeitige Geschwindigkeitsänderung ausreichender Genauigkeit auflösen kann.

Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß die Ausgangsgröße einer Regeleinrichtung die Frequenz eines gesteuerten Oszillators so einstellt, daß ein Signal, welches die Summe aus dieser Frequenz und der Differenzfrequenz aufweist, bei einem Hochpaßfilter und bei einem Tiefpaßfilter, mit getrennten Durchlaßbereichen und teilweise überlappenden Übergangsbereichen, gleiche Effektivwertausgangsspannungen hervorruft.

Bei einem Verfahren zur Ermittlung der Geschwindigkeit und/oder der zurückgelegten Wegstrecke eines Fahrzeuges mittels des Doppler-Effektes, mit mindestens einem Mikrowellen-Modul, mit einem Sender zur Erzeugung einer Strahlung, mit einer fahrzeugfesten Antennenanordnung mit der die Strahlung in einem vorbestimmten Neigungswinkel gebündelt auf eine Bezugsfläche abstrahlbar ist, einer einen Teil der von der Bezugsfläche reflektierten Strahlung empfangenden Einrichtung, die ein die Differenzfrequenz zwischen den Frequenzen der abgestrahlten und der reflektierten Strahlung enthaltendes Doppler-Signal bildet und einer dieses Doppler-Signal verarbeitenden Signalverarbeitungseinrichtung, ist es vorgesehen, daß die Ausgangsgröße einer Regeleinrichtung die Frequenz eines gesteuerten Oszillators so einstellt wird, daß ein Signal, welches die Summe aus dieser Frequenz und der Differenzfrequenz enthält, bei einem Hochpaßfilter und bei einem Tiefpaßfilter, mit getrennten Durchlaßbereichen und teilweise überlappenden Übergangsbereichen, gleiche Effektivwertausgangsspannungen hervorruft.

Durch diese Maßnahmen wird eine Meßvorrichtung geschaffen, bei der die Signalauswertung mittels digitaler Signalverarbeitung nach einem Servo-Heterodynverfahren erfolgt, wobei das Doppler-Signal mit dem Aus-

gangssignal eines numerisch gesteuerten Oszillators (NCO) zu einem oberen Seitenband gemischt wird. Durch einen Regler wird dabei die Frequenz des NCO so nachgeführt, daß die Mittenfrequenz des oberen Seitenbandes immer einem festen Wert entspricht. Die Reglerausgangsgröße ist dann ein unmittelbares Maß für die Doppler-Frequenz und damit für die Fahrzeuggeschwindigkeit. Da sich ein 1-Seitenband-Modulator mit vertretbarem Aufwand nur für Doppler-Frequenzen innerhalb eines Frequenzintervalls von 1:100 realisieren läßt, können dadurch Geschwindigkeiten auch nur mit einem Meßbereich von 1:100 erfaßt werden. Um die Geschwindigkeitsmeßbereiche zu niedrigen Geschwindigkeiten hin zu erweitern, ist es vorgesehen, daß für niedrige und hohe Doppler-Frequenzen getrennte, voneinander unabhängige Signalauswertungen vorgenommen werden.

Diese Signalauswertungen erfolgen nach einem sogenannten, unten noch genauer beschriebenen Servo-Heterodynverfahren. Durch ein entsprechendes Auswahlverfahren kann dann eine einzige, geschwindigkeitsproportionale Größe für einen Geschwindigkeitsbereich von 1:10 000 abgeleitet werden.

Weitere vorteilhafte Maßnahmen sind in den Unteransprüchen beschrieben. Die Erfindung ist in der beiliegenden Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben; es zeigt:

Fig. 1 die schematische Darstellung eines an einem Fahrzeug fest angebrachten Radarmoduls, mit Signalrichtung in Fahrtrichtung;

Fig. 2 die schematische Darstellung des stochastischen Verlaufes eines Doppler-Signal, mit ausgeprägter Mittenfrequenz;

Fig. 3 die schematische Darstellung einer Janus-Anordnung, mit einem in Fahrtrichtung und einem gegen die Fahrtrichtung strahlenden Radarmodul;

Fig. 4 das Blockschaltbild zur Realisierung des ServoHeterodynverfahrens mittels digitaler Signalverarbeitung;

Fig. 5 die schematische Darstellung des symmetrischen Übergangsbereiches zwischen einem Tiefpaßfilter und einem Hochpaßfilter;

Fig. 6 das Blockschaltbild der gesamten Meßeinrichtung.

Eine derartige berührungslose Geschwindigkeits/Weg-Meßvorrichtung ist Schematisch in der Fig. 1 dargestellt und besteht im wesentlichen aus einem Mikrowellen-Modul 17, mit dem Mikrowellensignale 26 in Bewegungsrichtung 25 gesendet werden können. Das Mikrowellen-Modul 17 ist dabei um einen Winkel ϕ von vorzugsweise 45° gegenüber der Horizontalen geneigt. Ein Teil der gesendeten Mikrowellensignale 26 werden in Abhängigkeit von der Rauigkeit der Fahrbahn 27 reflektiert und als Mittelwert 21 von dem Mikrowellen-Modul 17 empfangen. Bewegt sich das Fahrzeug, so ist die Frequenz des reflektierten Signals aufgrund des sog. Doppler-Effektes gegenüber der Frequenz des Sendesignals verschoben. Es entsteht als Mischprodukt ein schmalbandiges, niederfrequentes Doppler-Signal mit einem stochastischen Verlauf, dessen Spektrum, wie die Fig. 2 zeigt, eine ausgeprägte Mittenfrequenz (Doppler-Frequenz) f_d gemäß der Formel (1) zeigt.

Üblicherweise führt ein Fahrzeug neben der linearen Bewegung mit der Geschwindigkeit v auch Kipp- und Nickbewegungen durch. Dies hat Änderungen des Abstrahlwinkels ϕ und damit eine fehlerhafte Beeinflussung des die Geschwindigkeitsmessung bestimmenden Doppler-Effektes zur Folge. Derartige Fehler können durch eine janusförmige Antennenanordnung 1a kompensiert werden, wie sie in der Fig. 3 schematisch dargestellt ist. Bei dieser Janusanordnung 1a sind zwei Radarmodule 17 und 18 um 90° versetzt zueinander vorgesehen, wobei ein erstes Radarmodul 17 in Fahrtrichtung und ein zweites Radarmodul 18 gegen die Fahrtrichtung weisend fahrzeugfest eingebaut sind.

Die Erfindung soll nun im Detail an Hand der Fig. 4 bis 6 näher erläutert werden. Hierzu zeigt Fig. 4 im Blockschaltbild die Realisierung des Servo-Heterodynverfahrens mittels digitaler Signalverarbeitung. Hierbei wird zunächst das analoge Signal $x(t)$ des Radarmoduls 1 durch ein Abtast-Halte-Glied 2 und einen Analog-Digital-Umsetzer 3 in eine Abtastfolge $x(k)$ umgesetzt.

Geht man zur mathematischen Beschreibung des Verfahrens der Einfachheit halber von einem sinusförmigen Doppler-Signal $x(t)$ aus, so lautet die Abtastfolge (Doppler-Folge)

$$x(k) = \hat{x} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_d \cdot k \cdot T_a + \psi) \quad (2)$$

mit dem Abtastintervall T_a und der Abtastfrequenz $f_a = 1/T_a$.

Die Abtastfolge $x(k)$ wird von einem Hilbert-Transformator 4 zu einer Sinusfolge

$$y_s(k) = \hat{x} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_d \cdot k \cdot T_a + \psi + N \cdot \pi \cdot f_d) \quad (3)$$

und einer Cosinusfolge

$$y_H(k) = \hat{x} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_d \cdot k \cdot T_a + \psi + N \cdot \pi \cdot f_d) \quad (4)$$

verarbeitet. Diese beiden Folgen werden mit der Sinusfolge

$$Y_s(k) = \sin(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot k \cdot T_a) \quad (5)$$

und der Cosinusfolge

$$y_c(k) = \cos(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot k \cdot T_a) \quad (6)$$

die beide ein numerisch gesteuerter Oszillator (NCO) 5 generiert, in dem 1-Seitenband-Modulator 6 zu der Folge

$$Y_{os}(k) = y_H(k) \cdot y_d(k) - y_V(k) \cdot y_s(k) \quad (7)$$

verarbeitet, die als Frequenz nur das obere Seitenband

$$f_{ob} = f_0 + f_d \quad (8)$$

aufweist.

Die Folge $Y_{os}(k)$ wird nun sowohl einem digitalen Tiefpaßfilter 7 als auch einem digitalen Hochpaßfilter 8 zugeführt. Beide Filter sind so dimensioniert, daß deren Grenzfrequenz $f_g = f_a/4$ beträgt, womit sich die Übergangsbereiche beider Filter überdecken. Die beiden Filterausgangssignale werden in der Schaltung 9 gemäß

$$Y_D(k) = y_{HP}^2(k) - y_{TP}^2(k) = (y_{HP}(k) - y_{TP}(k)) \cdot (y_{HP}(k) + y_{TP}(k)) \quad (9)$$

zu der Differenzfolge $Y_D(k)$ verarbeitet. Durch eine fortlaufende Akkumulation der Differenzfolge-Werte in dem Regler 10 gemäß

$$Y_{Ro}(k) = y_{Ro}(k-1) + Y_D(k) \quad (10)$$

gewinnt man eine Steuergröße für die Frequenz f_0 des NCO 5. Der NCO 5 ist so dimensioniert, daß dessen Frequenz gemäß

$$f_0 = (1 - y_{Ro}(k)) \cdot f_a/4 \quad (11)$$

durch die Ausgangsgröße des Reglers bestimmt wird. Durch den Regler wird die Frequenz des NCO solange nachgeführt, bis die Effektivwerte der Ausgangsgrößen des Hochpaßfilters 8 und des Tiefpaßfilters 7 übereinstimmen. In diesem Fall liegt dann, wie dies die Fig. 5 zeigt, das obere Seitenband symmetrisch im Übergangsbereich der beiden Filter 7 und 8 und es gilt

$$f_0 + f_d = f_g = f_a/4 \quad (12)$$

woraus mit den Gleichungen (2) und (11) für die Regler-Ausgangsgröße

$$y_{Ro}(k) = \frac{8 \cdot v}{f_a \cdot \lambda} \cdot \cos \varphi \quad (13)$$

35

folgt, womit diese Ausgangsgröße bei einem konstanten Abstrahlungswinkel φ ein direktes Maß für die Fahrzeuggeschwindigkeit v darstellt.

Da nach Gleichung (13) der Zusammenhang zwischen der Regler-Ausgangsgröße und der Fahrzeuggeschwindigkeit v von der Abtastfrequenz f_a abhängig ist, läßt sich durch entsprechende Dimensionierung der Abtastfrequenz das realisierbare Meßintervall $v_{min}:v_{max} = 1:100$ zu einem gewünschten Meßbereich hin verlagern.

Um insgesamt den Geschwindigkeits-Meßbereich zu niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten hin zu erweitern, wird das Doppler-Signal simultan von einer zweiten Verarbeitungseinrichtung 13, die analog zu der in der Fig. 4 durch eine Umrandung hervorgehobenen erste Einrichtung 11 aufgebaut ist, zu einer zweiten Ausgangsgröße $Y_{Ru}(k)$ verarbeitet. Dabei ist die Abtastrate der zweiten Einrichtung 13 gegenüber der Abtastrate der ersten Einrichtung 11 durch den Dezimierer 12 auf f_a/M reduziert. Damit liefert die zweite Einrichtung 13 eine zweite Ausgangsgröße $Y_{Ru}(k)$, die für kleine bis mittlere Werte der Fahrzeuggeschwindigkeit v proportional ist. Für Geschwindigkeiten oberhalb dieses Bereiches ist die Ausgangsgröße $Y_{Ru}(k)$ auf den Wert 1 begrenzt. Dagegen liefert die erste Verarbeitungseinrichtung 11 eine erste Ausgangsgröße $Y_{Ro}(k)$, die für mittlere bis große Werte der Fahrzeuggeschwindigkeit proportional ist.

Faßt man beide Ausgangsgrößen durch die Majoritätsauswahl 14 gemäß

$$y(k) = \max\{y_{Ru}(k)/M, y_{Ro}(k)\} \quad (14)$$

zusammen, so gewinnt man schließlich eine Ausgangsgröße $Y(k)$, die von niedrigen bis hohen Werten der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit v proportional ist.

Zur Erhöhung der Funktionssicherheit wird in bekannter Weise jeweils zu Beginn einer Abtast- und Signalverarbeitungsperiode T_a ein Überwachungs-Zeitglied 15 getriggert. Bleibt dieser Triggerimpuls in Folge einer Funktionsstörung aus, so wird eine Störungsmeldung E generiert.

Die Fig. 6 zeigt das Blockschaltbild der gesamten Meßeinrichtung. Den beiden Radarmodulen 17 und 18 der janusköpfigen Anordnung 1a nach Fig. 3 sind Meßeinrichtungen 19 und 20 nachgeschaltet, die analog zu der in Fig. 4 dargestellten Schaltung durch eine Umrandung hervorgehobenen Verarbeitungseinrichtung 16 aufgebaut sind. Zur Kompensation der störenden Einflüsse einer Kippbewegung werden die Ausgangsgrößen $Y_1(k)$ und $Y_2(k)$ der beiden Meßeinrichtungen 19 und 20 durch eine Mittelwertbildung 21 zu der Größe

$$y(k) = (y_1(k) + y_2(k))/2 \quad (15)$$

zusammengefaßt, die dann auch die geschwindigkeitsproportionale Ausgangsgröße des Meßgerätes darstellt.

Zur Gewinnung einer $y(k)$ proportionalen Ausgangsgröße S_i wird die $G(k)$ einem Akkumulator mit Überlaufkorrektur 22 zugeführt. Dieser bildet aus dem aktuellen Wert $Y(k)$ und dem vorherigen Akkumulatorwert $s(k-1)$ den aktuellen Akkumulatorwert $s(k)$ gemäß

$$s(k) = s(k-1) + y(k); \text{ wenn } s(k-1) + y(k) \leq S_{\max} \\ s(k-1) + y(k) - S_{\max}; \text{ wenn } s(k-1) + y(k) > S_{\max}.$$

5

Damit wird bei einem Akkumulatorüberlauf der Akkumulatorinhalt wieder zurückgestellt. Gleichzeitig wird damit ein kurzer Impuls am Ausgang S_i ausgelöst, der einem externen Weginkrement-Zähler zugeführt werden kann.

10

Zur Ausfallerkennung eines Meßkanals werden die beiden Ausgangsgrößen $Y_1(k)$ und $Y_2(k)$ einer Schwellwertschaltung 23 zugeführt, die mit der Meldung A signalisiert, wenn der Betrag der Differenz zwischen diesen Größen einen vorgegebenen Schwellwert überschritten hat. Eine Schaltung 24 verarbeitet die einzelnen Störungsmeldungen zu einer zentralen Meldung SM.

Patentansprüche

15

1. Vorrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit und/oder der zurückgelegten Wegstrecke eines Fahrzeuges mittels des Doppler-Effektes, mit mindestens einem Mikrowellen-Modul, mit einem Sender zur Erzeugung einer Strahlung, mit einer fahrzeugfesten Antennenanordnung mit der die Strahlung in einem vorbestimmten Neigungswinkel gebündelt auf eine Bezugsfläche abstrahlbar ist, einer einen Teil der von der Bezugsfläche reflektierten Strahlung empfangenden Einrichtung, die ein die Differenzfrequenz zwischen den Frequenzen der abgestrahlten und der reflektierten Strahlung enthaltenes Doppler-Signal bildet und einer dieses Doppler-Signal verarbeitenden Signalverarbeitungseinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsgröße einer Regeleinrichtung (10) die Frequenz eines gesteuerten Oszillators (5) so einstellt, daß ein Signal, welches die Summe aus dieser Frequenz und der Differenzfrequenz enthält, bei einem Hochpaßfilter (8) und bei einem Tiefpaßfilter (7), mit getrennten Durchlaßbereichen und teilweise überlappenden Übergangsbereichen, gleiche Effektivwertausgangsspannungen hervorruft.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der aus der Ausgangsgröße der Regeleinrichtung (10) bestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit durch fortlaufende Akkumulation mit einer Überlauf-Rückstellung (22) ein impulsförmiges Weg-Signal ableitbar ist.
3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Signalverarbeitungseinrichtung (11) für einen oberen Geschwindigkeitsmeßbereich und eine zweite Signalverarbeitungseinrichtung (13) für einen unteren Geschwindigkeitsmeßbereich vorgesehen sind.
4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3 mit zwei in Janus-Antennenanordnung angeordneten Mikrowellen-Modulen, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verarbeitung der von der Janus-Antennenanordnung (1a) kommenden Signale zwei, voneinander unabhängige Auswerteeinrichtungen (19, 20) vorgesehen sind.
5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Oszillator ein numerisch gesteuerter Oszillator (5) ist.
6. Verfahren zur Ermittlung der Geschwindigkeit und/oder der zurückgelegten Wegstrecke eines Fahrzeuges mittels des Doppler-Effektes, mit mindestens einem Mikrowellen-Modul, mit einem Sender zur Erzeugung einer Strahlung, mit einer fahrzeugfesten Antennenanordnung mit der die Strahlung in einem vorbestimmten Neigungswinkel gebündelt auf eine Bezugsfläche abstrahlbar ist, einer einen Teil der von der Bezugsfläche reflektierten Strahlung empfangenden Einrichtung, die ein die Differenzfrequenz zwischen den Frequenzen der abgestrahlten und der reflektierten Strahlung enthaltenes Doppler-Signal bildet und einer dieses Doppler-Signal verarbeitenden Signalverarbeitungseinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsgröße einer Regeleinrichtung die Frequenz eines gesteuerten Oszillators so einstellt wird, daß ein Signal, welches die Summe aus dieser Frequenz und der Differenzfrequenz enthält, bei einem Hochpaßfilter und bei einem Tiefpaßfilter, mit getrennten Durchlaßbereichen und teilweise überlappenden Übergangsbereichen, gleiche Effektivwertausgangsspannungen hervorruft.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzbereich des Doppler-Signals durch Modulation mit dem Signal des gesteuerten Oszillators so verschoben wird, daß die Summe aus der Frequenz des Signals des Oszillators und der im Doppler-Signal enthaltenen Differenzfrequenz konstant ist.
8. Verfahren nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Doppler-Signal mit dem Signal eines 1-Seitenbandmodulators moduliert werden.
9. Verfahren nach den Ansprüchen 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Doppler-Signal mit dem Ausgangssignal eines gesteuerten Oszillators durch ein 1-Seitenbandmodulators gemischt wird.
10. Verfahren nach den Ansprüchen 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Doppler-Signal auf der Frequenzachse solange verschoben wird, bis das Ausgangssignal des 1-Seitenbandmodulators am Ausgang eines Tiefpaßfilters genau so viel Signal wie am Ausgang eines Hochpaßfilters liefert.
11. Die Signalauswertung für einen oberen und einen unteren Geschwindigkeitsbereich in zwei getrennten Einrichtungen gleichzeitig abläuft, von den beiden so gewonnenen Ausgangswerten der größere ausgewählt und als Maß für die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit verwendet wird, wobei sich der obere Geschwindigkeitsbereich unmittelbar an den unteren Geschwindigkeitsbereich anschließt.
12. Verfahren nach den Ansprüchen 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Verarbeitung der beiden Signale einer Janusantennenanordnung durch zwei voneinander unabhängige Auswerteeinrichtungen erfolgt, die von den unabhängigen Auswerteeinrichtungen erzeugten Ausgangswerte in einer Meldeeinrichtung miteinander verglichen werden und die Meldeeinrichtung eine Meldung abgibt, wenn die beiden

Ausgangswerte über einen vorbestimmten Wert hinaus voneinander abweichen.

13. Verfahren nach den Ansprüchen 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein numerisch gesteuerter Oszillator verwendet wird.

14. Verfahren zur berührungslosen Ermittlung der Bewegungsgrößen von Fahrzeugen mittels des Doppler-Effektes nach den Ansprüchen 6 bis 13, insbesondere unter Einsatz einer Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsgröße der Regeleinrichtung als ein Maß für die Fahrzeuggeschwindigkeit verwendet wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

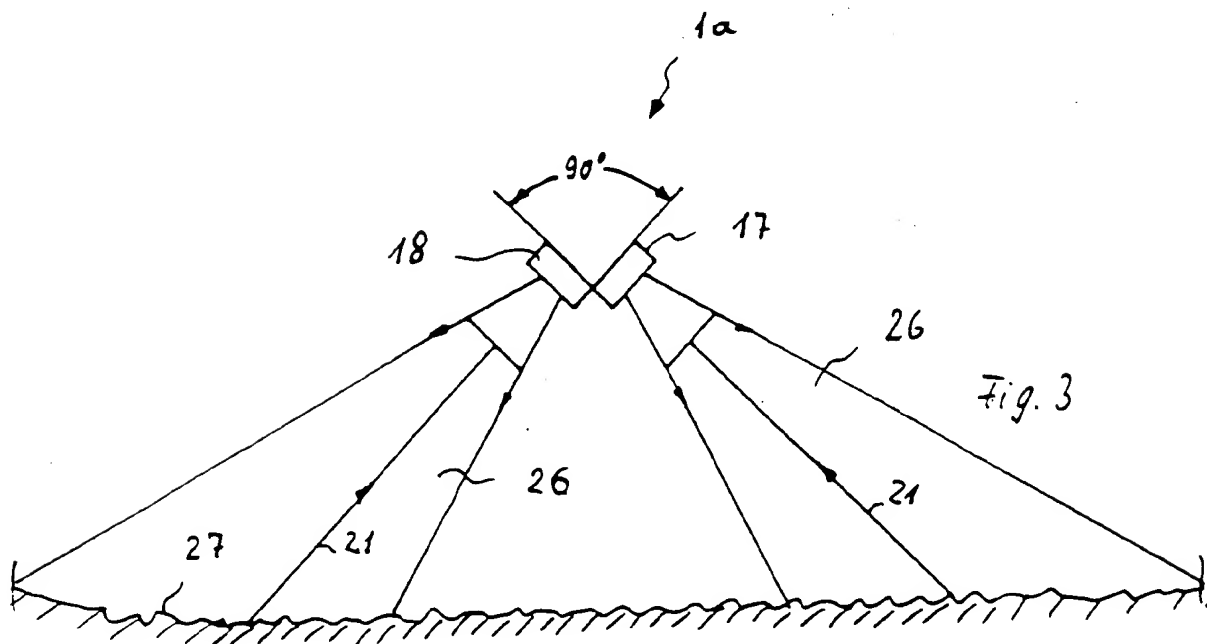
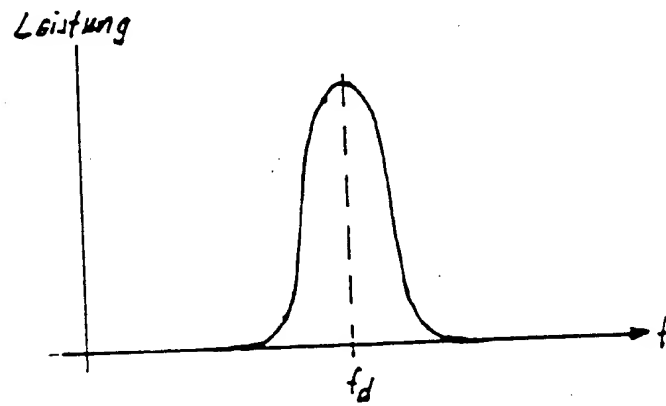
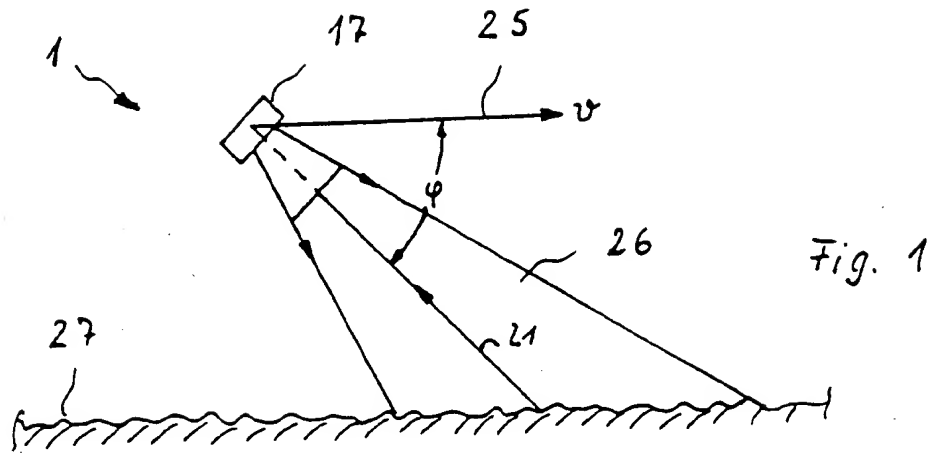
50

55

60

65

- Leerseite -



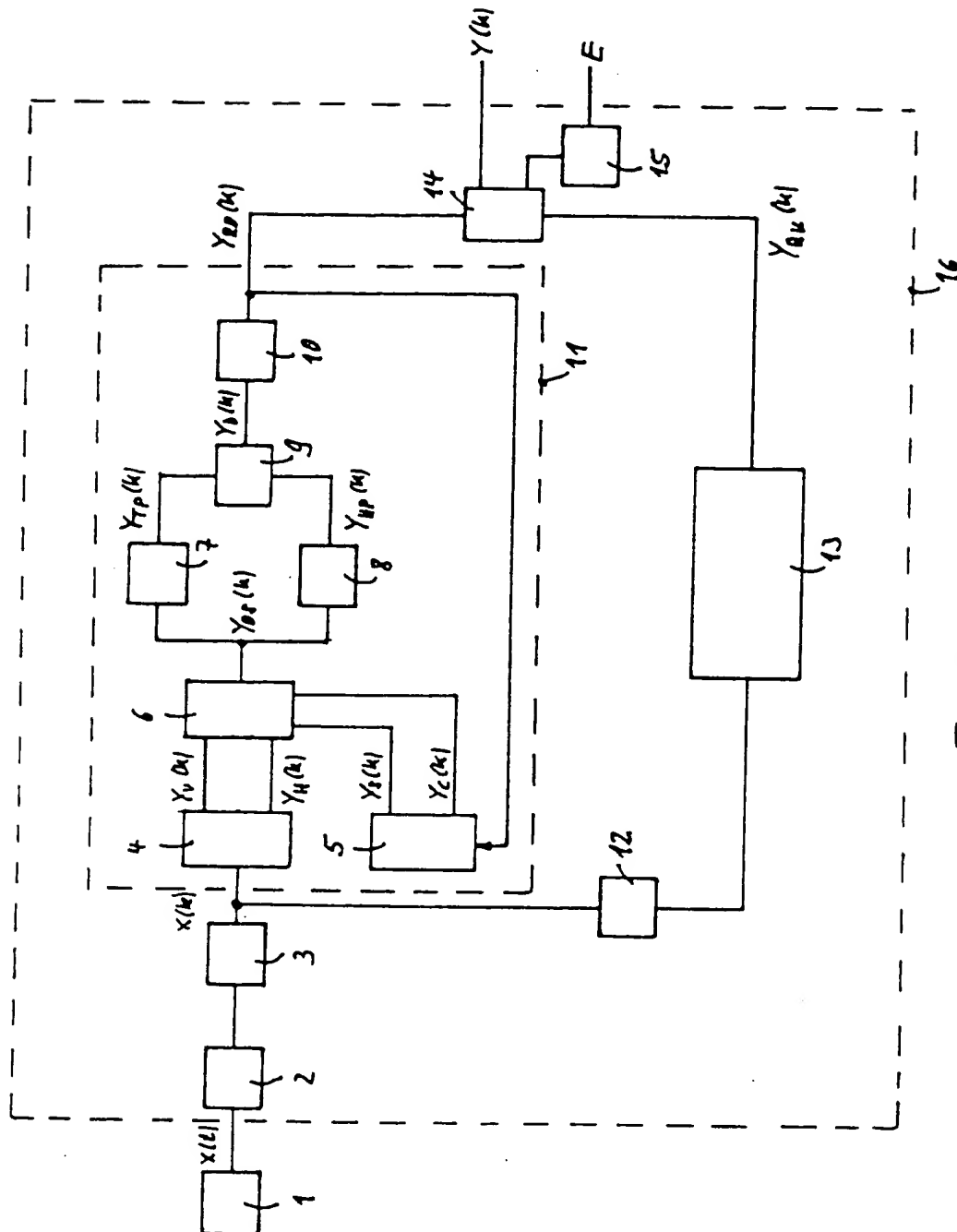


Fig. 4

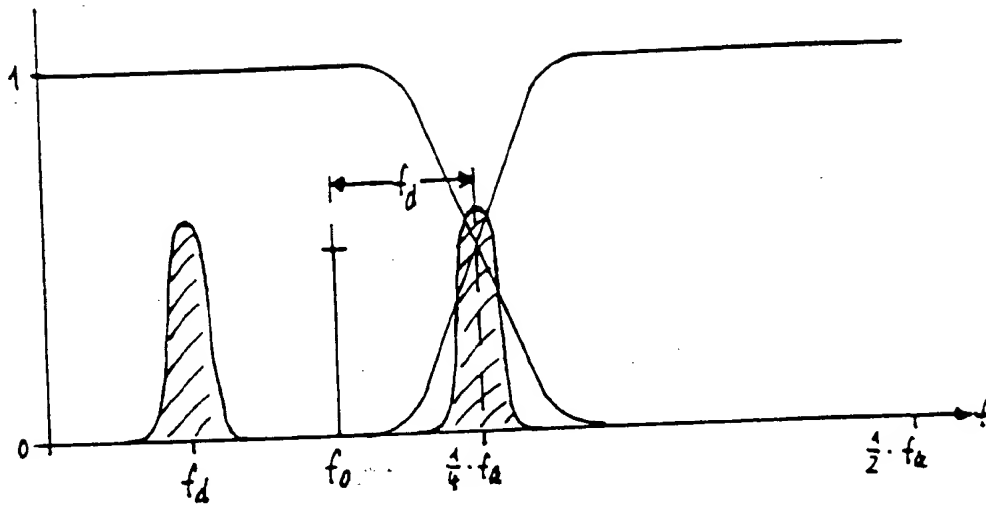


Fig. 5

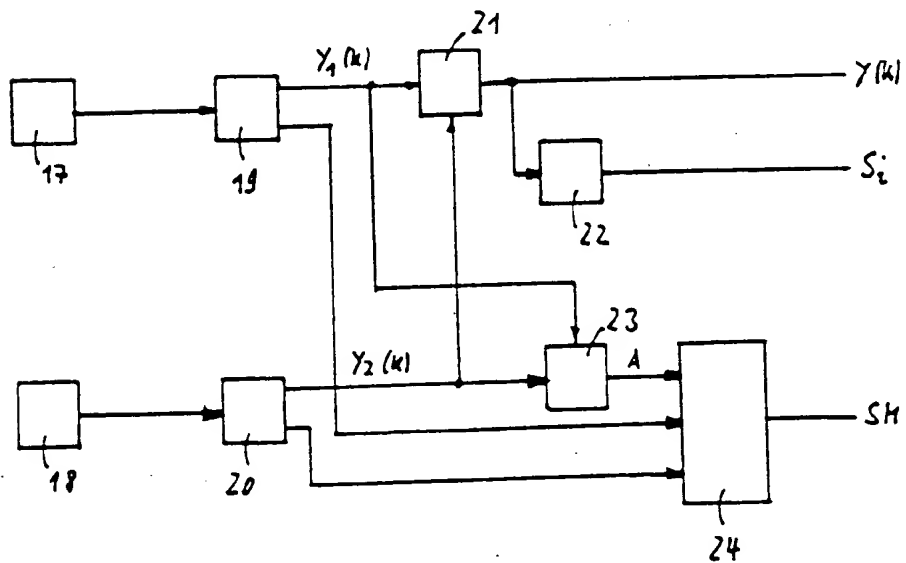


Fig. 6